УДК 621.9.01

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ

В.А. Пушных, В.Л. Бибик

Томский политехнический университет
E-mail: bibik@yrg.kuzbass.net

Рассмотрено влияние исходных данных для расчета температур в зоне резания на среднюю температуру резания. На основе компьютерного моделирования определены факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на значение температуры резания.

Прогнозирование и расчет износа режущих инструментов является одной из основных задач теории обработки материалов резанием. Поскольку основным фактором, определяющим износ, является температура резания, в данной статье сделана попытка проанализировать влияние исходных данных для расчета температуры резания на значение этой температуры.

В работе [1] произведено сравнение двух методов расчета температуры резания: по теории А.Н. Резникова и теории С.С. Силина и установлено, что оба метода могут быть использованы для расчета температуры резания, однако они имеют некоторые ограничения, в частности теория А.Н. Резникова применима для материалов, дающих сливную стружку.

Расчет температуры проводился по теории А.Н. Резникова [2] с помощью разработанного Windows приложения в среде программирования Delphi [1]. Сравнение расчетных значений температур, полученных при помощи данной программы, с экспериментальными данными представлено в табл. 1. Обрабатываемый материал – ШХ15, режущий материал – Т14К8, γ=0°, α=12°, $\varphi=\varphi_1$=45°, t=4,1 мм, S=0,5 мм/об. Как видно их таблицы, расчетные значения температуры резания хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Таблица 1. *Результаты сравнения расчетной температуры резания с экспериментом*

Скорость резания, м/с	Температура, °С			
	Резания		На передней поверхности резца	На задней поверхности резца
	Эксперимент	Расчет	Расчет	Расчет
0,17	400	368	377	227
0,50	560	563	581	301
0,67	610	629	650	323
1,00	700	736	762	358
1,33	790	825	854	386

Для оценки влияния исходных данных на температуру резания использовались данные из работы А.Н. Резникова [2] и изменялись соответственно на ±50; ±25; ±10, ±5 %. Для примера в табл. 2 представлены результаты расчета температуры резания при изменении переднего угла в главной секущей плоскости (γ).

При построении графиков использовалась средняя температура резания, т.к. характер изменения температуры резания в зависимости от изменения аргумента аналогичен характеру изменения средних температур на контактных площадках на передней и задней поверхностях инструмента. В качестве аргументов приняты исходные данные, которые применяются при расчете температуры резания. Графики объедены по группам из соображений компактности.

Таблица 2. *Результаты расчета температуры резания Θ при изменении переднего угла γ в главной секущей плоскости*

γ, град.	7,5	11,3	13,5	14,3	15,8	16,5	18,8	22,5
Θ, °С	847	898	926	936	954	962	989	1030

На рис. 1. представлен график зависимости температуры резания Θ от коэффициентов температуропроводности (ω), теплопроводности (λ) и предела прочности обрабатываемого материала ($\sigma_в$). Предел прочности обрабатываемого материала практически не влияет на температуру резания. Данный параметр влияет на силы, действующие на контактной площадке, на задней поверхности инструмента. Длина контакта на этой площадке как правило, мала и, следовательно, доля предела прочности в изменении температуры резания незначительна. Коэффициенты тепло- и температуропроводности используются при расчете температуры деформации, средних температур стружки и изделия [2]. С увеличением коэффициента теплопроводности температура резания снижается, это связано с ростом итогового теплового потока, направленного через контактную площадку на задней поверхности инструмента в изделие. При увеличении коэффициента температуропроводности наблюдается обратная зависимость.

На рис. 2 показано влияние коэффициента теплопроводности инструментального материала (λ_p), главного угла в плане (φ) и переднего угла в главной секущей плоскости (γ). Коэффициент теплопроводности инструментального материала используется для расчета средних значений температур на контактных площадках передней и задней поверхностях инструмента. Уменьшение коэффициента теплопроводности инструментального материала приводит к увеличению средних значений

температур на контактных площадках и следовательно проводит к росту температуры резания. С физической точки зрения увеличение значения переднего угла в главной секущей плоскости должно привести к уменьшению температуры резания (уменьшаются составляющие силы резания), однако на рис. 2. представлена обратная зависимость. Увеличение значения переднего угла в главной секущей плоскости уменьшает сечение инструмента, в связи с этим затрудняется отвод тепла в державку инструмента. Все это приводит к росту значений температуры резания. Главный угол в плане используется при расчете ширины и толщины среза. При увеличении главного угла в плане происходит увеличение толщины среза и увеличение интенсивности теплового потока на надрезцовой стороне стружки. Все это ведет к росту температуры.

На рис. 3 изображена зависимость температуры резания от элементов режима резания. Скорость резания (V) используются при расчете интенсивности тепловых потоков на надрезцовой стороне стружки, на задней поверхности резца. Увеличение скорости резания и соответственно данных тепловых потоков приведет к увеличению деформации, средних температур стружки и изделия, что в свою очередь увеличит среднюю температуру резания. Увеличение подачи (S) вызывает увеличение толщины среза, уменьшение теплоты деформации и температуры деформации, что в свою очередь через средние температуры стружки и изделия снижают температуру резания. Увеличение глубины резания (t) приводит к увеличению ширины среза, уменьшению интенсивности теплового потока на надрезцовой стороне стружки и теплоты деформации, что в свою очередь через средние температуры стружки и изделия уменьшает температуру резания.

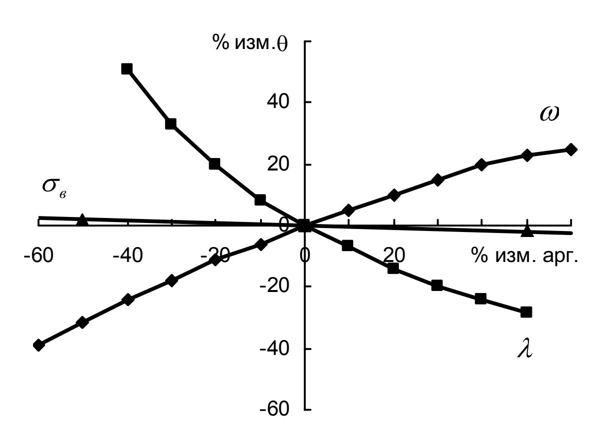


Рис. 1. *Влияние коэффициентов температуропроводности (ω), теплопроводности (λ) и предела прочности обрабатываемого материала ($\sigma_в$) на температуру резания*

На рис. 4 показано влияние составляющих силы резания P_x, P_y, P_z на температуру резания. Рост сил резания приводит к росту интенсивности теплового потока на надрезцовой стороне стружки и теплоты деформации. Это ведет к росту температуры деформации, средних температур стружки, изделия и соответственно температуры резания.

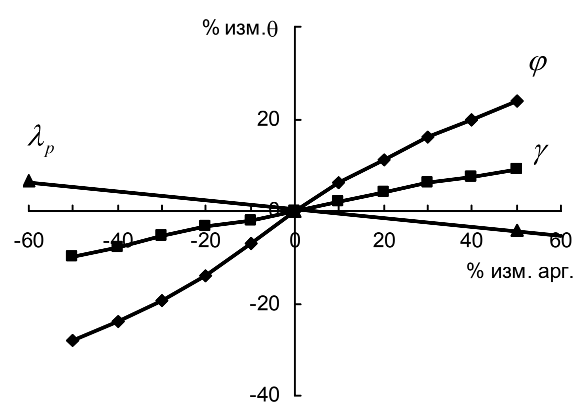


Рис. 2. *Влияние коэффициента теплопроводности инструментального материала ($\lambda_р$), главного угла в плане (φ) и переднего угла в главной секущей плоскости (γ) на температуру резания*

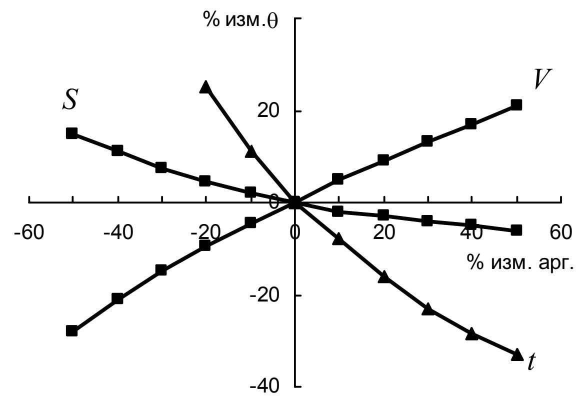


Рис. 3. *Влияние элементов режима резания на температуру резания*

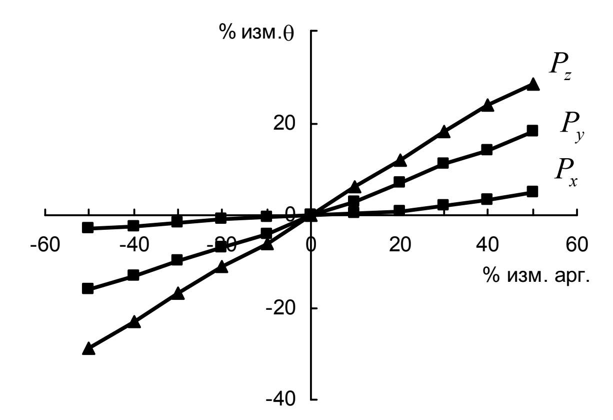


Рис. 4. *Влияние составляющих силы резания на температуру резания*

На рис. 5 приведена зависимость температуры резания от усадки стружки. Увеличение усадки стружки приводит к уменьшению теплоты деформации, следовательно, уменьшается температура деформации, средние температуры стружки, изделия и уменьшается температура резания.

На рис. 6 представлено влияние длины контакта $l_п$ по передней поверхности резца на температуру резания. Как видно из графика при увеличении длины контакта стружки на передней поверхности инструмента температура резания снижается.

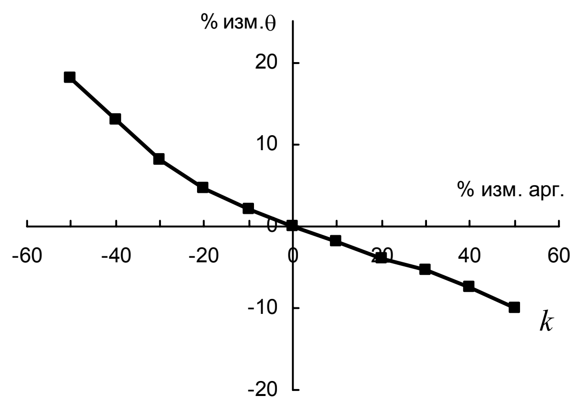


Рис. 5. *Влияние усадки стружки k на температуру резания*

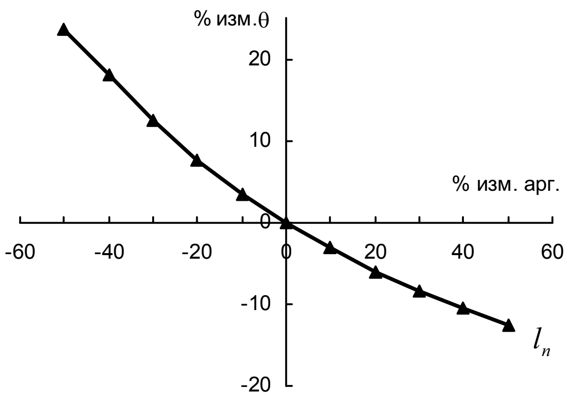


Рис. 6. *Влияние длины контакта по передней поверхности резца на температуру резания*

Выводы

Как показали результаты компьютерного моделирования, наибольшее влияние на температуру в зоне резания оказывают следующие факторы: элементы режима резания (V, t), теплофизические характеристики обрабатываемого материала (ω, λ), главный угол в плане φ, тангенциальная и радиальная составляющие силы резания (P_z,P_y). При изменении скорости резания в два раза температура резания изменяется на 49 %; аналогичное изменение глубины резания дает температурный отклик 98 %. При изменении коэффициентов температуропроводности и теплопроводности обрабатываемого материала в два раза температура резания изменяется на 55 и 98 % соответственно. Изменение на 100 % тангенциальной и радиальной составляющих силы резания вызывают температурный отклик 58 и 34 % соответственно. Изменение угла в плане в два раза температура резания изменяется на 52 %.

Наименьше влияние из исследуемых параметров оказывают предел прочности обрабатываемого материала ($\sigma_в$) и осевая составляющая силы резания (P_x), температурный отклик 4 и 8 % соответственно, при изменении данных параметров в два раза. При изменении остальных параметров (λ_p, γ, S, k, l_n) на 100 % температура резания меняется в пределах 10...28 %.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых МК-3997.2004.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пушных В.А., Бибик В.Л. Сравнение двух методов расчета температуры резания // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 3. – С. 102–104.
2. Резников А.Н. Теплофизика резания. – М.: Машиностроение, 1969. – 288 с.

УДК 539.375